



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.06.2003 Patentblatt 2003/26

(51) Int Cl.7: H02H 3/33, H02H 1/06

(21) Anmeldenummer: 02027434.6

(22) Anmeldetag: 09.12.2002

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

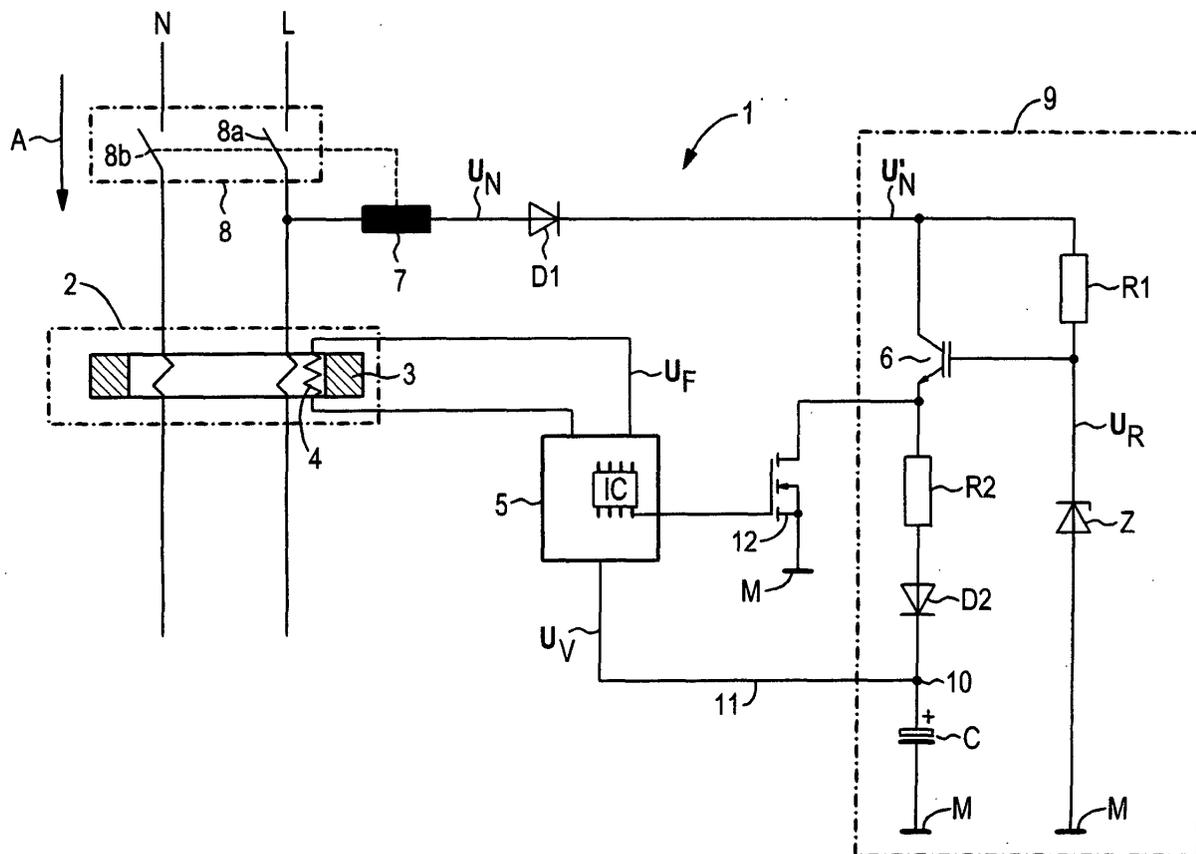
(72) Erfinder: **Bauer, Bernhard
93080 Pentling (DE)**

(30) Priorität: 20.12.2001 DE 10163016

(54) **DI-Schutzeinrichtung**

(57) Eine DI-Schutzeinrichtung (1) mit einem Summenstromwandler (2) und mit einem mit diesem sekundärseitig verbundenen netzspannungsabhängigen Auslösekreis (5) sowie mit einem Auslöser (7) zur Betätigung eines Schalters (8) im angeschlossenen Leiternetz (L,N) weist erfindungsgemäß einen vom Auslösekreis (5) angesteuerten ersten elektronischen Schalter

(10) und einen mit diesem sowie über einen Gleichrichter (D1) mit dem Auslöser (7) verbundenen zweiten elektronischen Schalter (6) auf, der einerseits als Spannungsregler (8) zur Einstellung einer Versorgungsspannung (U_V) des Auslösekreises (5) arbeitet, und der andererseits bei Erfüllung eines Auslösekriteriums (U_F) den Auslöser (7) betätigt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Differenzstrom(DI)-Schutzeinrichtung mit einem Summenstromwandler und mit einem netzspannungsabhängigen Auslösekreis sowie mit einem Auslöser zur Betätigung eines Schalters im angeschlossenen Leiternetz.

[0002] Eine derartige Schutzeinrichtung dient zur Sicherstellung des Schutzes gegen einen gefährlichen Körperstrom in einer elektrischen Anlage. Ein solcher tritt beispielsweise dann auf, wenn eine Person ein spannungsführendes Teil einer elektrischen Anlage berührt. Der Fehler- oder Differenzstrom fließt dann über die Person als Körperstrom gegen Erde ab. Der zum Schutz gegen gefährliche Körperströme eingesetzte Schutzschalter trennt bei Überschreiten des sogenannten Bemessungsfehlerstromes sicher und schnell die betroffenen Stromkreise vom Netz.

[0003] Der Aufbau eines Schutzschalters ist beispielsweise aus der "etz" (1986), Heft 20, Seiten 938 bis 945, bekannt. Dort sind insbesondere in den Bildern 1 bis 3 Prinzipschaltbilder und Funktionsprinzipien eines Fehlerstrom-Schutzschalters (FI-Schutzschalter) und eines Differenzstrom-Schutzschalters (DI-Schutzschalter) dargestellt.

[0004] Der FI- und der DI-Schutzschalter sind in ähnlicher Art und Weise aus drei Baugruppen aufgebaut. In der Sekundärwicklung eines Summenstromwandlers, durch dessen Wandlerkern alle stromführenden Leiter eines Leiternetzes geführt sind, wird im Falle eines Fehlerstroms ein Spannungssignal induziert, das einen über eine Auslösekreiselektronik mit der Sekundärwicklung verbundenen Auslöser ansteuert. Der Auslöser ist seinerseits mit einem Schaltschloss gekoppelt, über das bei Ansprechen des Auslösers die Kontakte eines in der oder jeder Leitung liegenden Leistungsschalters geöffnet werden. Dabei entnimmt der FI-Schutzschalter die zur Auslösung notwendige Energie netzspannungsunabhängig aus dem Fehlerstrom selbst, während beim DI-Schutzschalter die Auslösung netzspannungsabhängig erfolgt. Dazu wird dem vom Leitungsnetz üblicherweise über ein Netzteil gespeisten Auslösekreis des DI-Schutzschalters oder DI-Zusatzes bei Auftreten eines Fehlerstroms das vom Summenstromwandler abgegebene Signal zugeführt.

[0005] In als DI-Schutzschalter ausgeführten Niederpreis- oder Low-Cost-Geräten werden häufig für die Ansteuerung des Auslösers Thyristoren eingesetzt sowie als Netzteile üblicherweise einfache Widerstands- oder Kondensatornetzteile verwendet. Wird dabei die Funktion des Auslösekreises über einen großen Netzspannungsbereich von z.B. 50V bis 230V gefordert, so muss zwangsläufig die Stromaufnahme der Bauelemente des Auslösekreises minimiert werden, um die Verlustleistung bei einem einfachen und kostengünstigen Aufbau des Netzteils zu begrenzen. Dies erfordert jedoch den Einsatz von Thyristoren mit geringer Ansteuerleistung bzw. niedrigem Gate-Strom.

[0006] Allerdings ist bei derartigen Thyristoren die kritische Spannungssteilheit begrenzt mit der Folge, dass bei Überschreiten der kritischen Steilheit durch transiente Netzüberspannungen ein Selbstzünden des Thyristors und damit eine Fehlauflösung der Schutzeinrichtung auftritt. Daher ist bei Verwendung eines Thyristors nicht zuverlässig gewährleistet, dass insbesondere beim sogenannten 1,2/50µsec-Normimpuls zur Simulation typischer transienter Netzüberspannungen keine Auslösung der DI-Schutzeinrichtung mit einer unerwünschten Abschaltung des Leiternetzes erfolgt.

[0007] Zwar könnte dieses Problem einer unerwünschten Auslösung der DI-Schutzeinrichtung durch die Parallelschaltung eines Kondensators zur Anoden-Katoden-Strecke des Thyristors abgeschwächt werden, indem dadurch der Spannungsanstieg am Thyristor bei steilflankigen Störimpulsen verlangsamt wird. Da jedoch der Kondensator an der gleichgerichteten Netzspannung liegt, kann dieser bei einer kostengünstigen Auslegung nur eine begrenzte Kapazität aufweisen. Das Problem der Fehlauflösung ist daher auf diese Weise nicht wirksam abstellbar, zumal einerseits betriebsbedingt eine erhöhte Geräteinnentemperatur der DI-Schutzeinrichtung praktisch unvermeidbar ist, und andererseits die kritische Spannungssteilheit eines Thyristors mit zunehmender Temperatur stark abnimmt.

[0008] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine DI-Schutzeinrichtung anzugeben, die bei gleichzeitig möglichst kostensparendem Aufbau unter Vermeidung von Fehlauflösungen auch über einen relativen großen Netzspannungsbereich, insbesondere von z. B. 50V bis 230V, besonders zuverlässig ist.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Dazu weist die DI-Schutzeinrichtung einen vom Auslösekreis angesteuerten ersten elektronischen Schalter und einen mit diesem sowie über einen Gleichrichter mit dem Auslöser verbunden zweiten elektronischen Schalter auf, der einerseits als Spannungsregler zur Einstellung der Versorgungsspannung des Auslösekreises arbeitet, und der andererseits bei Erfüllung eines Auslösekriteriums den Auslöser betätigt.

[0010] Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass eine Fehlauflösung der DI-Schutzeinrichtung vermieden werden kann, wenn anstelle eines Thyristors ein Transistor eingesetzt wird, der zu Kompensation des Kostennachteils gegenüber einem Thyristor nicht nur als elektronischer Schalter für den Auslöser dient, sondern zusätzliche Funktionen übernimmt. Dabei kann bei gleichzeitiger Kostenneutralität gegenüber dem Einsatz eines Thyristors erkanntermaßen ein weiterer elektronischer Schalter eingesetzt werden, wenn einer dieser elektronischen Schalter zusätzlich die Funktion eines Spannungsreglers im Netzteil übernimmt. Dadurch wird bei gleichzeitig hoher Funktionalität und Fehlauflösungssicherheit der durch Einsatz von Thyristoren verursachte Kostennachteil dadurch, ausgeglichen, dass aufgrund des deutlich verbesserten Wirkungsgrades im Netzteil

entsprechende Kosteneinsparungen ermöglicht sind.

[0011] In zweckmäßiger Ausgestaltung arbeitet der nachfolgend auch als Haupt-Transistor bezeichnete (zweite) elektronische Schalter als Längsregler. Dazu ist dieser zweckmäßigerweise mit einer Zenerdiode als Referenzelement und mit einem Sieb- oder Glättungskondensator beschaltet. In Verbindung mit einem Gleichrichter zur Netzspannungsgleichrichtung bildet somit der Haupt-Transistor ein Netzteil mit Längs- oder Spannungsregelung.

[0012] Als Haupt-Transistor wird zweckmäßigerweise ein sogenannter IGBT (Isolated Gate Bipolar Transistor) eingesetzt, da sich dieser eingangsseitig wie ein Feldeffekttransistor (MOS-FET) und ausgangsseitig wie ein bipolarer Transistor verhält. Dieses Verhalten ist gegenüber dem typischen Verhalten eines Thyristors insbesondere bezüglich der Störfestigkeit bei transienten Netzüberspannungen besonders vorteilhaft. Als weiterer elektronischer Schalter oder Neben-Transistor wird zweckmäßigerweise ein MOS-FET eingesetzt.

[0013] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch den Einsatz von zwei elektronischen Schaltern in Form zweckmäßigerweise eines Haupt-Transistors und eines Neben-Transistors in einer DI-Schutzeinrichtung aufgrund der dadurch ermöglichten Realisierung eines Netzteils mit Längsregelung eine hohe Funktionalität mit großer Auslösezuverlässigkeit und hoher Fehlauselösefestigkeit bei gleichzeitig niedrigen Kosten erzielt wird.

[0014] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt die einzige Figur schematisch in einem Blockschaltbild eine DI-Schutzeinrichtung mit einem Neben-Transistor sowie einem Haupt-Transistor zur Spannungsregelung und zum Betätigen eines Auslösers.

[0015] Die in der Figur dargestellte, nachfolgend auch als Schutzschalter bezeichnete DI-Schutzeinrichtung 1 umfasst einen Summenstromwandler 2 mit einem Wandlerkern 3, durch welchen ein Außenleiter L und der Nullleiter N eines Zwei-Leiternetzes geführt sind. Der Schutzschalter ist dabei einem (nicht dargestellten) elektrischen Verbraucher vorgeschaltet, welcher beispielsweise entlang der Einspeiserichtung A aus dem Leiternetz L,N mit Strom versorgt wird. Das Leiternetz kann auch ein Drehstrom- oder Vier-Leiternetz mit drei Phasenleitern und einem Nullleiter sein.

[0016] Der Wandlerkern 3 ist des Weiteren mit einer Sekundärspule 4 umwickelt. Tritt eine Störung auf, wenn z.B. infolge eines Leckstroms ein Teil des zugeführten Stromes verbraucherseitig über Erde abgeführt wird, so induziert dieser Differenzstrom oder Fehlerstrom in der Sekundärspule 4 des Summenstromwandlers 2 eine Differenzspannung U_F , welche als Maß für den aufgetretenen Fehlerstrom herangezogen wird. Die in der Sekundärspule 4 erzeugte Differenzspannung U_F wird in einem Auslösekreis 5 mit einer Auslösekreiselektronik IC ausgewertet.

[0017] Zum Betrieb des Auslösekreises 5 wird der

DI-Schutzschalter 1 - im Gegensatz zum netzspannungsunabhängigen FI-Schutzschalter - mit einem durch Gleichrichtung der Netzspannung U_N von z. B. 110V oder 230V gewonnen Strom versorgt. Dazu ist ein (zweiter) elektronischer Schalter in Form eines nachfolgend als Haupt-Transistor 6 bezeichneten IGBT's vorgesehen, der gate- oder steuerseitig mit einem Widerstand R1 und einer Zenerdiode Z beschaltet ist. Der Haupt-Transistor 6 nimmt gateseitig nur wenig Strom auf, so dass der durch den Widerstand R1 und die Zenerdiode Z gebildete Zweig sehr hochohmig werden kann, was zu geringen Verlusten führt.

[0018] Die katodenseitig mit dem Gate oder Steuerseite des Haupt-Transistors 6 verbundene Zenerdiode Z ist anodenseitig gegen Masse M geschaltet. Kollektorseitig ist der Haupt-Transistor 6 einerseits mit dessen Basis über den Widerstand R1 und andererseits über eine Diode D1 mit einem Auslöser 7 verbunden, dessen Relaispule an den Außenleiter L angeschlossen ist. Mechanisch ist der Auslöser 1 über ein (nicht dargestelltes Schaltschloss) mit einem Schalter 8 verbunden, dessen Schaltkontakte 8a, 8b im Außenleiter L bzw. im Nullleiter N liegen. Im Ausführungsbeispiel ist mittels der anodenseitig mit dem Auslöser 7 bzw. dessen Relaispule verbundenen Diode D1 eine Einweg-Gleichrichtung realisiert. Statt dessen kann auch ein Brückengleichrichter, insbesondere bei einem Vier-Leiternetz, vorgesehen sein.

[0019] Der Haupt-Transistor 6 ist emitterseitig über eine Reihenschaltung aus einem Widerstand R2 und einer Diode D2 sowie einem Sieb- oder Ladekondensator C gegen Massen M geschaltet. In dieser Beschaltung des Haupt-Transistors 6 mit den Widerständen R1, R2 sowie den Dioden D2, Z und dem Kondensator C ist eine Spannungsregelungsschaltung 9 mit einem Spannungsabgriff 9 zwischen der Diode D2 und dem Kondensator C realisiert. Über eine mit diesem Abgriff 10 verbundene Versorgungsleitung 11 erfolgt die Spannungsversorgung für den Auslösekreis 5.

[0020] Der Haupt-Transistor 6 arbeitet zusammen mit dem Referenzelement in Form der Zenerdiode Z und einem Siebkondensator C als Längsregler. In Verbindung mit der Gleichrichterdiode D1 arbeitet die Regelschaltung 9 somit als Netzteil mit Längsregelung.

[0021] Ein gate- oder steuerseitig mit dem Auslösekreis 5 verbundener (erster) elektronischer Schalter 12 in Form eines nachfolgend als Neben-Transistor bezeichneten MOS-FET ist drainseitig mit dem Emitter des Haupt-Transistors 6 und sourceseitig mit Masse M verbunden.

[0022] Im Falle eines Fehlerstroms wird die Differenzspannung U_F im Auslösekreis 5 hinsichtlich der Erfüllung eines Auslösekriteriums ausgewertet. Übersteigt die ggf. verstärkte und gleichgerichtete Differenzspannung U_F hinsichtlich ihres Betrages und ihrer Dauer einen Schwellwert, so gibt der Auslösekreis 5 ein Auslösesignal U_A an den Neben-Transistor 12 ab, der daraufhin leitend gesteuert wird. Dadurch wird der Haupt-Transistor

sistor 6 emitterseitig an Masse M gezogen, so dass dieser nachregelt. Infolge des dadurch bedingten hohen Stromflusses über den Haupt-Transistor 6 und damit über den Auslöser 7 erfolgt dessen Auslösung, so dass der Schalter 8 betätigt wird und dessen Schaltkontakte 8a,8b geöffnet werden.

[0023] Beim Einschalten der Schutzeinrichtung 1 begrenzt der Widerstand R2 den Einschaltstrom, da dann der Kondensator C geladen wird. Durch diese Ladestrombegrenzung wird eine Fehlauflösung besonders zuverlässig vermieden. Mittels der Diode D2 wird vermieden, dass im Auslösefall die Spannungsversorgung für den Auslösekreis 5 zusammenbricht.

[0024] Der sowohl die Funktion des Netzteil-Spannungsreglers als auch die Funktion des elektronischen Schalters für den Auslöser 1 übernehmende Haupt-Transistor 6 liegt kollektorseitig an der mittels der Diode D1 gleichgerichteten Netzspannung U_N' aus dem Leiternetz L, N und regelt diese gleichgerichtete Netzspannung U_N' auf die Versorgungsspannung U_V für den Auslösekreis 5 herunter. Dabei ergibt sich die Versorgungsspannung U_V - unter Vernachlässigung des Spannungsabfalls am Widerstand R2 und an der Diode D2 - aus der Differenz zwischen der Referenzspannung U_R der Zenerdiode Z und dem Spannungsabfall an der Gate-Emitter-Strecke des Haupt-Transistors 6. Der Neben-Transistor 12 liegt dabei an der im Vergleich zur gleichgerichteten Netzspannung U_N' wesentlich niedrigeren Versorgungsspannung U_V der Auslöseelektronik 5.

[0025] Durch die Ladestrombegrenzung des Glättungs- oder Siebkondensators C durch den Widerstand R2 werden Fehlauflösungen beim Zuschalten der Netzspannung U_N vermieden. Insgesamt ist dabei die Stromaufnahme der Auslöseelektronik IC des Auslösekreises 5 gegenüber dem Ansprechstrom des Auslösers 7 vernachlässigbar, so dass der Betriebsstrom für den Auslösekreis 5 problemlos über den Auslöser 7, d. h. über dessen Relaispule geführt werden kann.

[0026] Der Neben-Transistor 12 ist aufgrund der geringen Spannungsbeanspruchung im Vergleich zum Haupt-Transistor 6 wesentlich kostengünstiger. Da der Haupt-Transistor 6 gleichzeitig als Spannungsregler arbeitet, kann ein kostenintensives Kondensatornetzteil eingespart werden. Da zudem das realisierte Netzteil mit Längsregler bei einem großen Netzspannungsbereich eine bessere Verlustleistungsbilanz aufweist als eine Zenerdiodenregelung eines Kondensator- oder Widerstandsnetzteils, ermöglicht die Anwendung der Kombination des Haupt-, und Neben-Transistors 6 bzw. 10 den Einsatz einer vergleichsweise kostengünstigen integrierten Schaltung der Auslöseelektronik IC mit großer Stromaufnahme im Auslösekreis 5.

[0027] Insgesamt sind durch die Funktionskombination des Haupt-Transistor 6 die technischen Vorteile einer besonders hohen Fehlauflösefestigkeit bei gleichzeitig geringen Kosten besonders zuverlässig erfüllt.

Bezugszeichenliste

[0028]

5	1	DI-Schutzeinrichtung
	2	Summenstromwandler
	3	Wandlernern
	4	Sekundärspule/-wicklung
	5	Auslösekreis
10	6	Haupt-Transistor/IGBT
	7	Auslöser
	8	Schalter
	8a,b	Schaltkontakt
	9	Regelschaltung
15	10	Abgriff
	11	Versorgungsleitung
	12	Neben-Transistor/MOS-FET
	A	Einspeiserichtung
20	C	Sieb-/Glättungskondensator
	D1,2	Diode
	L	Außenleiter
	N	Nullleiter
	R1,2	Widerstand
25	U_A	Auslösesignal
	U_F	Differenzspannung
	U_N	Netzspannung
	U_R	Referenzspannung
	U_V	Versorgungsspannung

Patentansprüche

1. Differenzstrom(DI)-Schutzeinrichtung (1) mit einem Summenstromwandler (2) und einem mit diesem sekundärseitig verbundenen netzspannungsabhängigen Auslösekreis (5) sowie mit einem Auslöser (7) zur Betätigung eines Schalters (8) im angeschlossenen Leiternetz (L,N), **gekennzeichnet durch**
 - einen vom Auslösekreis (5) angesteuerten ersten elektronischen Schalter (12), und
 - einen mit dem ersten elektronischen Schalter (12) sowie über einen Gleichrichter (D1) mit dem Auslöser (7) verbundenen zweiten elektronischen Schalter (6), der einerseits als Spannungsregler zur Einstellung einer Versorgungsspannung (U_V) des Auslösekreises (5) arbeitet, und der andererseits bei Erfüllung eines Auslösekriteriums (U_F) den Auslöser (7) betätigt.
2. DI-Schutzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite elektronische Schalter (6) zusammen mit einem Referenzelement (Z) und einem Kondensator (C) eine Spannungsregelschaltung (9) bildet.

3. DI-Schutzeinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannungsregelschaltung (9) in Verbindung mit einem Gleichrichter (D1) als Netzteil mit Längsregelung arbeitet. 5
4. DI-Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite elektronischen Schalter (6) steuerseitig mit einem Spannungsbegrenzungselement (Z) und mit einem Strombegrenzungselement (R1) beschaltet ist. 10
5. DI-Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite elektronische Schalter (6) emitterseitig mit einer Reihenschaltung aus einem ersten Element (R2) zur Einschaltstrombegrenzung, einem als Entladungsschutz wirksamen zweiten Element (D2) und einem Kondensator (C) beschaltet ist. 15
6. DI-Schutzeinrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Auslösekreis (5) über einen Abgriff (10) zwischen dem zweiten Element (D2) und dem Kondensator (C) eine Versorgungsspannung (U_V) zugeführt ist. 20
25
7. DI-Schutzeinrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versorgungsspannung (U_V) der Differenz zwischen der Referenzspannung (U_R) des Referenzelemente (Z) und dem Spannungsabfall am zweiten elektronischen Schalter (6) entspricht. 30
8. DI-Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste elektronischen Schalter (12) ein Transistor, insbesondere ein MOS-FET ist. 35
9. DI-Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite elektronische Schalter (6) ein Transistor, insbesondere ein IGBT ist. 40
45
50
55

